

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-83491

(43)公開日 平成9年(1997)3月28日

BA

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 04 J 14/00  
14/02  
H 04 B 10/20  
H 04 L 12/44

識別記号

府内整理番号

F I

H 04 B 9/00

技術表示箇所

E

N

H 04 L 11/00

3 4 0

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 17 頁)

(21)出願番号

特願平7-239702

(22)出願日

平成7年(1995)9月19日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 関口 芳信

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 山下 積平

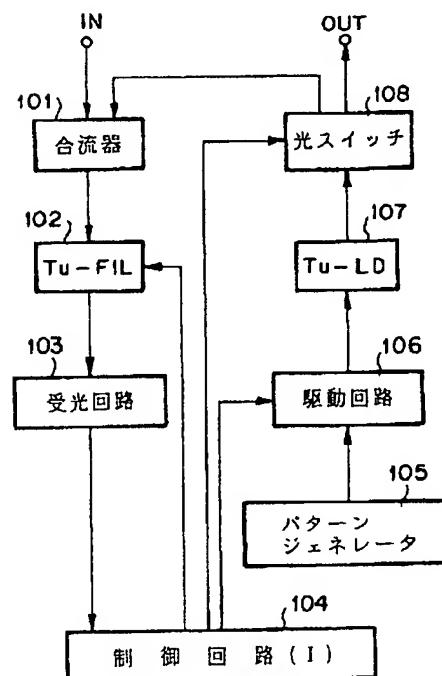
(54)【発明の名称】 波長多重通信ネットワーク

(57)【要約】

【課題】 波長多重通信ネットワークにおいて、回路構成が簡単で、ノード増設が容易で、伝送波長を効率よく使用する。

【解決手段】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、上記未使用の波長を検出して未使用を示す未使用信号を当該未使用の波長で上記伝送回線に出力し、次に上記未使用の波長で上記未使用信号以外の信号による信号の衝突を検出した場合には上記未使用の波長の出力を停止することを特徴とする。またそのローカル部は上記回線監視部からの上記未使用の波長から未使用を示す未使用信号を検出し、送信先の情報信号を当該未使用の波長で上記伝送回線に出力することを特徴とする。

回線監視ノード



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記回線監視部は、前記未使用の波長を検出して未使用を示す未使用信号を当該未使用の波長で前記伝送回線に出力し、次に前記未使用の波長で前記未使用信号以外の信号による信号の衝突を検出した場合には前記未使用の波長の出力を停止することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項2】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記ローカル部は、前記回線監視部からの前記未使用の波長から未使用を示す未使用信号を検出し、送信情報信号を当該未使用の波長で前記伝送回線に出力することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項3】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記ローカル部は、前記回線監視部からの前記未使用の波長から未使用を示す未使用信号を検出し、前記未使用の波長において前記未使用信号以外の信号混入による衝突が解消した後に検出した情報信号が自局宛でない場合には前記回線監視部からの他の未使用の波長を受信することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項4】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記回線監視部から前記未使用の波長で未使用を示す未使用信号を前記伝送回線に出力し、前記ローカル部では前記伝送回線の前記未使用の波長信号を受信し、送信情報信号を前記未使用の波長で前記伝送回線へ出力することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項5】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記回線監視部は、前記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から特定の波長を選択する波長可変フィルタと、該波長可変フィルタの出力を受光する受光回路と、未使用を示す未使用信号を出力する信号生成器と、前記未使用信号を波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を前記伝送回線か又は前記合流器に切り換える前記光スイッチと、少なくとも前記波長可変フィルタ

と前記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備えたことを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項6】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記ローカル部は、前記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から特定の波長を選択する波長可変フィルタと、該波長可変フィルタの出力を受光する受光回路と、送信情報信号を前記未使用の波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を前記伝送回線か又は前記合流器に切り換える前記光スイッチと、少なくとも前記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備えたことを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項7】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記回線監視部は、前記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から各波長を同時に分離出力する分波器と、前記各波長の信号毎に受光する複数の受光回路と、未使用を示す未使用信号を出力する信号生成器と、前記未使用信号の波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を前記伝送回線か又は前記合流器に切り換える光スイッチと、少なくとも前記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備え、前記複数の受光回路が前記未使用の波長信号を検出することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項8】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記ローカル部は、前記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から各波長を同時に分離出力する分波器と、前記各波長毎に受光する複数の受光回路と、送信情報信号を前記未使用の波長に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を前記伝送回線か又は前記合流器に切り換える光スイッチと、少なくとも前記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備え、前記複数の受光回路が前記未使用の波長信号を検出することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項9】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記回線監視部は、波長可変フィルタで回線が使用可能

な波長範囲を走査し、予め記憶している受信可能な波長信号データと比較して前記未使用の波長を検出し、当該未使用の波長で未使用を示す未使用信号を前記伝送回線に出力し、次に前記未使用信号以外の信号による信号の衝突を検出した場合には前記未使用の波長の出力を停止することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項10】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記ローカル部は、前記伝送回線の信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、前記合流器の出力からビート成分を検出する受光回路と、送信信号で変調された波長信号を出力する波長可変レーザと、当該波長可変レーザの出力を前記伝送回線か又は前記合流器に切り換える前記光スイッチと、少なくとも前記波長可変レーザの波長信号の波長を制御する制御回路とを備え、前記波長可変レーザの波長を走査して前記受光回路に出力される前記ビート成分により前記未使用の波長信号を検出することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項11】 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と前記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、

前記回線監視部は、前記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流・分岐する分岐合流器と、該分岐合流器の分岐出力から少なくとも2つの信号を選択する波長可変フィルタと、該波長可変フィルタの出力を日々受光する受光回路と、未使用を示す未使用信号を出力する信号生成器と、前記未使用信号を波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を前記伝送回線か又は前記合流器側に切り換える前記光スイッチと、少なくとも前記波長可変フィルタと前記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備え、前記伝送回線の第1の未使用の波長信号の送信を停止すると、第2の前記波長可変フィルタが検出している他の未使用波長で第2の未使用の波長信号を出力することを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

【請求項12】 請求項1乃至11のうちいずれか1項に記載の波長多重通信ネットワークにおいて、前記回線監視部が少なくとも1つで、前記ローカル部が複数であり、前記ネットワークはスター型又はツリー型であることを特徴とする波長多重通信ネットワーク。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の通信端末間を光を利用して情報の交換を行う光通信／光ネットワークに関するものであり、特に、光の波長を複数利用して通信容量を大幅に増大させる波長多重通信のネットワークに関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】 コンピュータネットワークに動画像等の大容量情報を取り込んだシステムとして、光ファイバーを活用した波長多重通信システムが提案され、特に光波長多重通信用の光LANを用いた例（例えば電子情報通信学会の刊行物OQE91-126、“WDM複合型光LAN”）が現実のものとして進展し、今後のマルチメディアの時代に呼応して、開発・研究が急速に進められている。

10 【0003】 このような波長多重通信システムでは、光波長  $\lambda_a, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  の複数の波長を使用し、光波長  $\lambda_a$  は既存のLANにより低速のデータと波長制御情報の通信を行い、光波長  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  は波長多重通信により速度に依存しない通信サービスを行う。これら光波長  $\lambda_a$  及び光波長  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  の信号は、1つのループ通信路上に収容されて交信される。波長多重方式としては、デマンドアサインによる波長分割多重アクセス（DA-WDMA：DemandAssignment-Wavelength Division Multiple Access）方式を採用しており、これは、あるノード間に高速通信あるいは保有時間の長い通信の要求が生じた時、そのノード間の通信に対して特定の波長を割り当て、その波長により回線を確保して通信を行うものである。

【0004】 このような波長分割多重アクセス（DA-WDMA）方式の波長割り当て方法について図12及び図13を用いてさらに詳細に説明する。

【0005】 図12は波長多重通信システムのノード機能ブロック図であり、901は既存LAN方式で制御信号  $\lambda_a$  を受信して信号処理し、又はインターフェイスからのデータを制御信号  $\lambda_a$  に変換して出力する通信制御回路、902はDA-WDMA方式の主にデータ通信を行う通信制御回路、903は通信端末（不図示）からの信号に応じてその信号を既存LANの通信制御回路901又はDA-WDMA方式の通信制御回路902へ接続するインターフェース回路、904は各通信制御回路901、902に分波する分波器、905は各通信制御回路901、902の信号を合流する合波器、910は光通信路である。

【0006】 図13は、前記波長多重通信システムのネットワーク構成を示す図であり、1001は各ノードが通信に使っている波長を管理する制御ノード、1002～1005は通信端末の相互間で通信を行うための通信端末としてのノードで、伝送回線は矢印方向に一巡する伝送路を有して示してある。

【0007】 まず、例えばノード1003からノード1005へ映像信号の高速データを送信する方法を説明する。

【0008】 ノード1003で自局の通信端末（不図示）から映像等の高速データの送出要求がある場合、インターフェース回路903は送信要求と受信ノード情報

信号を既存LAN方式の通信制御回路901に送り、通信制御回路901はその情報を波長 $\lambda_a$ の光信号に変換し、トーケンパッシング、時分割多重(TDMA)、スロットループ等のうちの一つの既存LAN通信方式にて送出する。その波長 $\lambda_a$ の光信号は、合波器905で1本の光通信路に収容されて光通信路910に出力され、ノード1004、1005を通過して制御ノード1001に到達する。

【0009】制御ノード1001は波長テーブルを持っており、伝送路中それぞれの波長がどのノードで使われているかを管理しているので、まず受信ノード1005の状態を確認し、受信中であればノード1003の送信を待機させ、受信中でなければ波長テーブルにより光波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ の内いずれかの送信波長を割り当て、ノード1005に通信して受信を準備させ、次にノード1003に送信OKの合図を通信して、送信を開始させる。

【0010】制御ノード1001からの波長 $\lambda_a$ の信号は、ノード1003の通信制御回路901で受信され、またその信号はバスされて波長 $\lambda_a$ の既存LAN通信方式でノード1005に入り、ノード1005の分波器904で他の波長の信号と分離され通信制御回路901に入力される。通信制御回路901はDA-WDMA方式の通信制御回路902に割り当てられた波長を伝え、ノード1003でもDA-WDMA方式の通信制御回路902内部の光送信器の波長を割り当てられた波長に設定して、ノード1003から例えば波長 $\lambda_m$ で映像信号を送出し、ノード1005ではDA-WDMA方式の通信制御回路902内部の光受信器のフィルタの波長を割り当てられた波長 $\lambda_m$ に設定して、ノード1003からの映像信号を受信する。

【0011】ノード1003からの送信が終了すると、ノード1003は送信終了の符号を載せた波長 $\lambda_a$ を通信制御回路901から出力し、制御ノード1001に送信終了を通知し、制御ノード1001は波長テーブルを更新し、ノード1005はフィルタの設定を解除して通信は終了する。

【0012】他のノード間の通信も同様であり、制御ノード1001はこのように常時波長割り当てを管理する機能を果たしている。

### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例のように波長割り当てを制御ノードが行なうネットワークでは、(1)制御ノードの機能が多岐にわたるため、制御ノードの構成が複数で高価になるため、コストパフォーマンス的に小規模ネットワークに適していない、(2)通信開設の手順が複雑になり、ローカルノードが通信開設を要求してから、実際に信号を送信するまでに時間がかかる、(3)制御回線が混雑していると、未使用的波長があっても通信を開設できない状態が生じ

てしまう、(4)制御ノードが許可した波長と実際にローカルノードが送信する波長の間に差がある程度許容するため、波長多重数を少なく設定しなければならない、という問題点があった。

【0014】本発明に係る目的は、各ノード構成が簡易で廉価な回線監視ノードを設置することにより、上記制御ノードを必要とせず、通信開設までの時間が短縮され、ローカルノード間の送信波長のバラツキを低減することにより波長多重数の増大を可能とし、小規模ネットワークにも適している波長多重ネットワークを提供することである。

【0015】本発明に係る他の目的は、通信開設までの時間を更に短縮することである。

### 【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、波長多重通信ネットワーク上に回線監視ノードを設置し、この回線監視ノードは、前記ネットワークで使用されている波長を監視し、未使用の波長を検出するとその波長で未使用を知らせる信号を送信し、同一波長において送信した信号以外の信号を検出すると前記未使用を知らせる信号の送信を終了し、回線上の他の未使用波長の検出を行う。

【0017】送信を希望するローカルノードは、前記回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号を受信したら、同一波長で通信開設を要求する信号を送信し、前記未使用を知らせる信号が受信できなくなるか、又は信号の衝突が解消された後に情報の送信を開始するローカルノードの受信部は、前記未使用を知らせる信号の波長を検出／監視し、衝突が解消された後、送信ノードから送信される信号が所望の信号であれば受信し、所望の信号でなければ、新たに回線監視ノードから送信される未使用を知らせる信号の波長を検出／監視する。

【0018】具体的には、以下の各発明を提供し、上記課題を解決するものである。

【0019】(1) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、上記未使用の波長を検出して未使用を示す未使用信号を当該未使用の波長で上記伝送回線に出力し、次に上記未使用信号以外の信号による信号の衝突を検出した場合には上記未使用の波長の出力を停止することを特徴とする。この回線監視部は単独で回線監視ノードとしてもよいし、ローカルノードに配置してもよく、波長割り当ての制御よりも簡単な構成で未使用の波長信号を各ローカルノードに伝達できる。

【0020】(2) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記ローカル部は、上記回線監視部からの上記未使用の波長から未使用を示す未使用信号を検出

し、送信先の情報信号を当該未使用の波長で上記伝送回線に出力することを特徴とする。ここでも、ローカル部はローカルノードの一部構成を満たせば足り、未使用の波長で他の各ノードに送り返すので、未使用の波長同志で衝突、混信が発生するが、所定時間後は送信先の情報信号のみを載せた未使用の波長だけになるので、簡単な構成で自局の波長を容易に確保できる。

【0021】(3) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記ローカル部は、上記回線監視部からの上記未使用の波長から未使用を示す未使用信号を検出し、上記未使用の波長において上記未使用信号以外の信号混入による衝突が解消した後に検出した情報信号が自局宛でない場合には上記回線監視部からの他の未使用の波長を受信することを特徴とする。衝突・混入が解消した後の信号が自局宛ではない場合には、回線監視ノードの波長移動に従って別の未使用の波長で待機状態を保つものである。

【0022】(4) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部から未使用を示す未使用信号が上記未使用の波長信号で上記伝送回線に出力され、上記ローカル部では上記伝送回線の上記未使用の波長信号を受信し、送信情報信号を上記未使用の波長で上記伝送回線に出力することを特徴とする。ここで、回線監視ノードとローカルノードとの関連性を明確に示したもので、未使用の波長の有効利用で、新規のローカルノードが増設された場合でも、特別な波長割り当てを受ける必要もなく、未使用の波長を検出することで容易に他ローカルノードへ情報を伝送できる。

【0023】(5) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、上記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から特定の信号を選択する波長可変フィルタと、該波長可変フィルタの出力を受光する受光回路と、未使用を示す未使用信号を出力する信号生成器と、上記未使用信号を波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を上記伝送回線か又は上記合流器に切り換える上記光スイッチと、少なくとも上記波長可変フィルタと上記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備えたことを特徴とする。回路監視ノードの基本的なブロック構成を示し、簡単な構成を担保している。

【0024】(6) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、波長可変フィルタで回

ークにおいて、上記ローカル部は、上記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から特定の信号を選択する波長可変フィルタと、該波長可変フィルタの出力を受光する受光回路と、送信情報を上記未使用の波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を上記伝送回線か又は上記合流器に切り換える上記光スイッチと、少なくとも上記波長可変フィルタと上記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備えたことを特徴とする。

10 ローカルノードの主要ブロック図の構成を示し、受信部はもともとこの受光回路を送信時に対して切り換えて用いることができる、上記は送信部と受信部とを含めた構成であり、比較的簡単な構成でできあがる。

【0025】(7) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、上記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から各波長を同時に分離出力する分波器と、上記各波長の信号毎に受光する複数の受光回路と、未使用を示す未使用信号を出力する信号生成器と、上記未使用信号を波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を上記伝送回線か又は上記合流器に切り換える光スイッチと、少なくとも上記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備え、上記複数の受光回路が上記未使用の波長信号を検出することを特徴とする。ここで、回線監視ノードの受光回路をネットワークにおける伝送回線上で伝送できる波長数(チャンネル数)だけ備えれば、同調時間を削減でき、空き時間のない波長使用が可能である。

20 【0026】(8) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記ローカル部は、上記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、該合流器の出力から各波長を同時に分離出力する分波器と、上記各波長の信号毎に受光する複数の受光回路と、送信情報を上記未使用の波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を上記伝送回線か又は上記合流器に切り換える光スイッチと、少なくとも上記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備え、上記複数の受光回路が上記未使用の波長信号を検出することを特徴とする。この場合も、ネットワークにおける伝送回線上で伝送できる波長数(チャンネル数)だけ受光回路を備えれば、時間効率のよい波長多重通信が可能となる。

30 【0027】(9) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、波長可変フィルタで回

40

50

線が仕様可能な波長範囲を走査し、予め記憶している受信可能な波長信号データと比較して上記未使用の波長を検出し、未使用を示す未使用信号を当該未使用の波長で上記伝送回線に出力し、次に上記未使用信号以外の信号による信号の衝突を検出した場合には上記未使用の波長の出力を停止することを特徴とする。ここで、予め記憶している受信可能な波長信号データは例えば、ネットワーク上で予定されている使用可能な波長データと、波長可変フィルタへの制御電圧と波長データとの関係データがあれば、波長可変フィルタを走査して空きチャンネルの波長が容易に検出できる。

【0028】(10) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記ローカル部は、上記伝送回線の信号と光スイッチからの信号とを合流する合流器と、上記合流器の出力からビート成分を検出する受光回路と、送信信号を波長信号に変換する波長可変レーザと、当該波長可変レーザの出力を上記伝送回線か又は上記合流器に切り換える上記光スイッチと、少なくとも上記波長可変レーザの波長信号の波長を制御する制御回路とを備え、上記波長可変レーザの波長を走査して上記受光回路に出力される、上記ビート成分により上記未使用の波長信号を検出することを特徴とする。未使用の波長をビート成分を利用して検出するものである。

【0029】(11) 伝送回線の未使用の波長を検出する回線監視部と上記未使用の波長を使用するローカル部とを備えた波長多重通信を行う波長多重通信ネットワークにおいて、上記回線監視部は、上記伝送回線の波長信号と光スイッチからの信号とを合流・分岐する分岐合流器と、該分岐合流器の分岐出力から少なくとも2つの信号を選択する波長可変フィルタと、該波長可変フィルタの出力を夫々受光する受光回路と、未使用を示す未使用信号を出力する信号生成器と、上記未使用信号を波長信号に変換する波長可変レーザと、該波長可変レーザの出力を上記伝送回線か又は上記合流器に切り換える上記光スイッチと、少なくとも上記波長可変フィルタと上記波長可変レーザに制御信号を出力する制御回路とを備え、上記伝送回線の第1の未使用の波長信号の送信を停止すると、第2の上記波長可変フィルタが検出している他の未使用波長で第2の未使用の波長信号を出力することを特徴とする。ここで、未使用の波長を検出する系列を2系統設けることから、未使用の波長がローカルノードで使用開始されるや否や次の未使用の波長を送信できるので、時間ロスのない効率的な波長使用が可能である。

【0030】以上の波長多重ネットワーク、回線監視ノード、ローカルノードの構成/動作により、以下の効果が得られる。

【0031】(1) 通信開設に際し、制御ノードによる

波長の割り当てを必要とせず、また、制御回線による情報の交換を必要としない。したがって、ノードの増設も容易に行うことが可能である。

【0032】(2) 回線監視ノードの機能は単純であるため、簡易かつ安価に構成できるので、小規模なネットワークへの適用が可能である。

【0033】(3) 各ローカルノードが送信に使用する波長を回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号の波長に同調させることにより、ノード間の波長のバラツキが低減され、波長多重数を増大できる。

【0034】(4) 各ローカルノードが次に使用される波長を常時知ることができるために、通信開設までの時間が短縮される。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、各実施例とともに図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0036】[第1の実施例] 図1、図2、図5は本発明に使用される回線監視ノードの簡略化された3種の構成例であり、図3、図4、図6はローカルノードの3種の簡略構成例であり、図7、図8は、波長多重ネットワークの2つの簡略構成例である。

【0037】以下図1、図3、図7を用いて本発明を説明する。図7は本発明に係わるツリー型ネットワークのシステム図を示す。図において、スターカプラ50を頂点として、第2のスターカプラ51、52、…5nと回線監視ノード60が接続され、各第2のスターカプラ51、52、…5nにはローカルノード#1、#2、…#Nが接続されている。このツリー型ネットワークでは、

30 伝送回線路として送信用と受信用の2本の光ファイバーを用いるものとして説明するが、1本の光ファイバーを用いて、各ノードの入力部分に光分岐/合流器を具備する構成でもよい。また、このツリー型ネットワークでは、回線監視ノード60の制御信号に基づいて、各ローカルノード#1、#2、…#N間で相互に交信し、1対1、1対多数の通信を可能とする。なお、図8はスター型ネットワークの例を示し、スターカプラ50の一つに回線監視ノード60と各ローカルノード#1、#2、…#Nが配置されており、全ノードの信号が即座に光ファイバなどの伝送路を介して他のノードに配達される。

【0038】この図7に示すツリー型ネットワークの最上位の階層に配置された回線監視ノード60の簡略構成図を、図1に示している。

【0039】図1において、回線の波長多重されている全ての信号は、スターカプラ50を介して、合流器101に入力される。合流器101では、他ノードの光信号と自ノードが発する光信号とを合流する。合流器101の出力は、波長可変フィルタ(Tu-FIL)102に入力され、所望の1波長の光信号のみが選択され、受

50 光回路103によって電気信号に変換され、制御回路

(I) 104に入力される。

【0040】パターンジェネレータ105で発生した電気信号は、駆動回路106を通過して波長可変レーザ(Tu-LD)107により光信号に変換される。この際、制御回路(I)104からの制御信号により光信号の送信波長が決定される。光信号は、光スイッチ108により伝送回線に投入されるか、又は合流器101に出力されて、伝送回線上の波長多重された信号と合流された後、自局の波長可変フィルタ102、受光回路103を介して制御回線(I)104に入力される。

【0041】図3はローカルノードの簡略構成図であり、図7のツリー型ネットワークに複数配置されている。

【0042】ローカルノードは、機能上受信部と送信部に分離できる。図3において、受信部は、伝送回線上の波長多重された全ての信号を分岐器301を介して、波長可変フィルタ(Tu-FIL)302に入力し、所望の信号の波長を選択し、受光回路303によって、電気信号に変換し、当該ローカルノードに接続された通信機端末(不図示)に出力する。

【0043】送信部は、回線監視ノードとほぼ同じ構成/作用であり、分岐器301を介して回線上の波長多重された全ての信号と自ノードが発する光信号とを合流器304により合流して、波長可変フィルタ(Tu-FIL)305に入力し、所望の波長のみを選択し、受光回路306により電気信号に変換後、制御回路(III)307に入力される。制御回路(III)307は通信機端末(不図示)と制御信号の交換を行う。

【0044】通信機端末(不図示)からの電気信号は、駆動回路308を通過して波長可変レーザ(Tu-LD)309によって光信号に変換される。この際、制御回路(III)307から出力される制御信号により波長が決定される。光信号は、波長可変レーザ(Tu-LD)309を介して光スイッチ310により伝送回線に投入されるか、又は合流器304に出力される。

【0045】次に本発明の詳細な動作について説明する。図7に示すネットワークは、波長間隔 $\delta\lambda$ で波長数nの波長多重通信が可能であり、例えば現在波長 $\lambda_k$ ( $k \leq n$ )が未使用である場合を例に説明する。

【0046】回線監視ノード60は、波長可変フィルタ102の波長をネットワークが使用可能な波長範囲に渡って走査させることにより、回線上に存在している未使用の波長 $\lambda_k$ を検出し、波長可変フィルタ102の波長を $\lambda_k$ に設定する。

【0047】次に、パターンジェネレータ105から未使用を知らせる電気信号S0が駆動回路106を通して波長可変レーザ107に入力され、光信号に変換される。この波長可変レーザ107の出力光信号の波長 $\lambda_x$ は、回線監視ノード60の初期状態によって決まるので、通常は $\lambda_x \neq \lambda_k$ である。

【0048】光信号は、光スイッチ108により合流器101を通して波長可変フィルタ102に入力されるが、波長可変フィルタ102の波長は $\lambda_k$ に同調されているため、出力はゼロ状態である。

【0049】この状態で、波長可変フィルタ102の波長を固定しておき、制御回路(I)104から制御信号を駆動回路106に入力して、波長可変レーザ107の発振波長を走査し、 $\lambda_x = \lambda_k$ になった時(受光回路103から出力がゼロから有限の値に変化する)で判別される)、波長可変レーザ107の発振波長の波長走査を終了し、光スイッチ108を伝送回線側に切り替えて、波長 $\lambda_k$ で未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を伝送回線の送信用光ファイバーに出力し、スターカプラ50から全スタークプラ51, 52, …5nの受信用光ファイバーに送信する。

【0050】以上で、ネットワーク上に波長 $\lambda_k$ で未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>が存在する状態を持続する。

【0051】次に、例えば、現在通信を行っていないローカルノード#3が、現在受信を行っていないローカルノード#5にデータを送信する場合を例に説明する。

【0052】まず、ローカルノード#3では、通信機端末(不図示)は、制御回路(III)に通信開設のための信号を送信する。すると制御回路(III)は、受信用光ファイバー、分岐器301、合流器304を介して、伝送回線上の全ての信号を取り込み、波長可変フィルタ305の濾過波長を波長可変フィルタ305が使用可能な波長範囲に渡って走査させて、受光回路306によって電気信号に変換して、制御回路(III)307に入力する。制御回路(III)307では、波長 $\lambda_k$ の未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>が検出されるので、制御信号により、波長可変フィルタ305の波長を $\lambda_k$ に同調する。

【0053】次に、通信機端末(不図示)から入力される送信先であるローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>をデータ信号として、駆動回路308を介して波長可変レーザ309で光信号に変換するが、この光信号の波長 $\lambda_y$ は、ローカルノードの初期状態によって決まるため、通常は $\lambda_y \neq \lambda_k$ である。

【0054】波長 $\lambda_y$ の光信号は、光スイッチ310により合流器304側に送信され、前記未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を含む回線上的全ての信号と合流され、波長可変フィルタ305に入力されるが、波長可変フィルタの波長は $\lambda_k$ に同調されているため、未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を有する波長 $\lambda_k$ の光信号のみが、受光回路306に入力される。

【0055】そこで、制御回路(III)307は、駆動回路308に制御信号を送り、駆動回路308は制御信号に従って、波長可変レーザ309の波長を走査させ、 $\lambda_y = \lambda_k$ となった時(受光回路306に未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>とローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>が同時に入力されるため、信号が衝突・混信する)で判別される。

別できる）、光スイッチ310を伝送回線側に切り替えて、波長 $\lambda_k$ でローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>を伝送回線に送信する。

【0056】伝送回線を監視している回線監視ノードでは、波長可変フィルタ102の波長が波長 $\lambda_k$ に設定されているので、回線上の信号の中から自局の回線監視ノードが送信している未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を受信しているが、ローカルノード#3がローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>を波長 $\lambda_k$ で送信を開始すると、伝送回線上的光信号の波長 $\lambda_k$ で、信号S<sub>k</sub>と信号S<sub>a</sub>が衝突を起こす。回線監視ノードは、衝突（未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>以外の信号が混入することにより発生）を検出すると、前記未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を有する波長 $\lambda_k$ の光信号の送信を停止し、伝送回線上の他の未使用波長の走査を開始する。したがって、伝送回線上的波長 $\lambda_k$ の信号はローカルノード#5のアドレス信号のみとなる。統いて、回線監視ノードでは、上述した手順で、波長可変フィルタ102の波長をネットワークが可能な波長範囲に渡って走査させて、未使用の波長を検出して、未使用の波長に信号S<sub>k</sub>を乗せて送信する。

【0057】一方、現在受信を行っていないローカルノードは、常に待機状態を維持している。

【0058】待機状態とは、ローカルノードが、分歧器301（便宜上、図3を使用して説明を行うが、実際上は、ネットワークに接続されている別のローカルノードである）を介して伝送回線上的光信号を受信部の波長可変フィルタ302に入力し、伝送回線上的光信号中から回線監視ノードが送信している未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>の波長 $\lambda_k$ に同調／受信している状態である。ローカルノードが立ち上げられた際は、受信部の波長可変フィルタ302を走査して伝送回線上的光波長信号を受信して、自局宛の送信信号が無いことを確認して、未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>の波長 $\lambda_k$ を検出し、その後上記の待機状態を維持する。また、波長 $\lambda_k$ の光信号が他局にて使用された場合には、再度受信部の波長可変フィルタ302を走査して、回線監視ノードが次に送信する未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>の光信号を検出して、待機状態を保持する。

【0059】従って、ローカルノード#5の受信部の波長可変フィルタ302の波長は $\lambda_k$ に同調されており、未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>受信している状態にある。ローカルノード#3が、ローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>の送信を開始すると、波長 $\lambda_k$ の信号は衝突を起こすが、回線監視ノードが未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>の送信を停止するので、ローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>で変調された波長 $\lambda_k$ の光信号が残る。

【0060】従って、ローカルノード#5の受信部が受信する信号は、未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>→衝突→ローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>と変化し、アドレスが自ノードとなっているのでそのまま受信を継続するこ

とにより、ローカルノード#3からローカルノード#5への通信が波長 $\lambda_k$ で開設される。

【0061】ローカルノード#5以外で、現在受信を行っていないローカルノードも同じ動作を行うが、衝突・混信解消後の信号のアドレスが自ローカルノードでないので、回線監視ノードが新たに送信する未使用を知らせる光信号を検出する同調／受信を行い、次の待機状態となる。

【0062】上記では、回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>の光信号波長 $\lambda_k$ にアクセスして波長 $\lambda_k$ の光信号を送信するローカルノードは唯一であったが、同時に複数のローカルノードがアクセスした場合は、回線監視ノードが信号S<sub>k</sub>の送信を停止しても衝突・混信が解消されない状態が継続することになる。この場合は、電気系のネットワークであるイーサネット等で使用されているように、波長 $\lambda_k$ にアクセスしている全ローカルノードは、一旦アクセスを中止し、各ローカルノードがそれぞれ乱数を発生し、その乱数にもとづく所定時間待機した後、波長 $\lambda_k$ に信号が存在しなければ、送信先のアドレス信号を送信する。

【0063】他のローカルノードが先に送信を開始して波長 $\lambda_k$ に信号が既に存在している場合は、その送信を希望したローカルノードは、次に回線監視ノードが送信している、若しくはこれから送信する未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>の光信号波長にアクセスする。

【0064】再度波長 $\lambda_k$ にアクセスできるのは、前記未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>にアクセスしたローカルノードに限定され、衝突処理ルーチンにおいて新たにローカルノードの参入がないので、回線が混雑していても、衝突回数の増大による伝送性能の低下は生じない。

【0065】本実施例では、回線監視ノードがツリー型ネットワークの最上位に配置することにより、伝送回線上の最新情報が素早く入手でき、かつ、伝送回線へ載せた情報がローカルノードに達するまでの時間が短くなるので、ネットワークの効率が一層向上される。

【0066】【第2の実施例】本発明の第2の実施例は、波長多重信号の中から特定波長を選択する手段として波長可変フィルタ（T u-F I L）と受光回路の組み合せではなく、分波器と受光回路列を使用するシステムであり、受光回路を複数設けて伝送回線に存在し得る全チャンネルの波長を受光し得る個々の受光回路を受光回路列として構成する。

【0067】本システムで、その1例として、回線監視ノードに適用した場合の簡略化された構成を図2に示す。なお、図1と同一機能部には、同一番号を付し、重複する説明を省略する。伝送回線上的波長多重された全信号は合流器101を介して取り込まれ、分波器202によって、各波長成分に分離後、受光回路列203のそれぞれの波長に対応した受光回路により電気信号に変換され制御回路（!!）204に入力される。

【0068】また、本システムで、ローカルノードの送信部に適用した場合の簡略構成を図4に示す。なお、図3と同一機能部には、同一番号を付し、重複する説明を省略する。ここで、回線上の波長多重された全信号は分岐器301、合流器304を介して取り込まれ、分波器405によって、各波長成分に分離後、受光回路列406のそれぞれの波長に対応した受光回路により電気信号に変換され制御回路(IV)407に入力される。こうして、いずれの受光回路の出力がないのかを常時且つ即座に検出し、その受光回路に対応した光波長信号を駆動信号308に指示して伝送回線に存在しない波長の交信号を出力する。

【0069】本実施例の特徴は、回線上の波長多重された全信号を同時に監視／検出することができるので、第1の実施例に比べて、回線上の未使用の波長を検出するまでの時間が短縮され、その分通信開設までの時間が短くなる。

【0070】[第3の実施例] 本発明の第3の実施例は、波長可変レーザ(Tu-LD)の波長制御データを制御回路が保有しており、このデータを基に駆動回路を制御し、波長可変レーザから所望の波長の光を得るものである。

【0071】その1例として、回線監視ノードに適用した簡略構成を図5に示す。なお、図1と同一機能部には、同一番号を付し、重複する説明を省略する。図1との差異は、回線上的信号を取り込む伝送回線ラインに、合流器101がなく、このため自ノードの波長可変レーザ(Tu-LD)107の光を光スイッチ108を介して、波長可変フィルタ(Tu-FIL)102へ入力する経路がない点である。本構成で、伝送回線から光信号を受信して波長可変フィルタ102を介して受光回路で電気信号に変換するが、波長可変フィルタ102を走査して所定の波長間隔で存在する光信号の波長を検出し、制御回路(v)が保有する伝送回線の光信号データの波長の内、光信号の存在しない波長を見いだし、その波長に相当する制御信号を駆動回路106に出力する。パターンジェネレータ105から未使用を知らせる信号Skを出力し、駆動回路106を介して可変波長レーザ107から未使用の波長の光信号を出力する。なお、本構成は、ローカルノードの送信部に適用することも可能である。ローカルノードでは、受光回路から回線監視ノードから送信されている信号Skを有する光波長を検出し、制御回路(v')が保有する伝送回線の光信号データの波長の制御データから、その光波長の制御データを駆動回路106に供給し、通信したいローカルノードのアドレス信号をその光波長信号に含めて送信する。

【0072】また、上記の構成は、他の実施例で説明している回線監視ノードやローカルノードの波長可変レーザ部の構成／制御法としても適用可能である。

【0073】本実施例の特徴は、ノード構成が簡単にな

り、かつ、波長可変レーザの発振波長を波長可変フィルタの波長に同調する工程が不要であるため、未使用を知らせる信号や送信先のアドレス信号の送信までに要する時間が短縮される。しかし、制御回路の機能が複雑になり、また各ローカルノード間の発振波長のバラツキを許容する等が必要となる。

【0074】[第4の実施例] 本発明の第4の実施例は、ローカルノードの送信部において、波長可変レーザの波長を回線監視ノードが送信している未使用を知らせる信号の波長に同調する方法として、合流器と受光回路により未使用を知らせる信号と波長可変レーザの信号の間で発生する両信号の波長差に相当するビート信号を利用するものである。

【0075】適用したローカルノードの概略構成を図6に示す。なお、図3と同一機能部には、同一番号を付し、重複する説明は省略する。

【0076】図6において、伝送回線の受信用光ファイバー上の波長多重された光信号は分岐器301を通過して、合流器304で自ノードの波長可変レーザー309の光信号と合流され、受光回路306で電気信号に変換される。受光回路306では、波長多重された光信号と波長可変レーザ309の光信号の波長が接近した時に、ビート信号が得られるので、波長可変レーザ309の波長を掃引すれば、波長可変レーザ309の波長が波長多重された光信号の波長に接近する度にビート信号が得られる。

【0077】制御回路(VI)608がビート信号を検波して、未使用を知らせる信号の存在を検出すると同時に、波長可変レーザ309の波長は、前記未使用を知らせる信号の波長に同調された状態となる。

【0078】そこで、送信先アドレス信号を駆動回路308を介して、波長可変レーザ309により光信号に変換し、光スイッチ310を回線側に切り替えて回線にアドレス信号を載せる。

【0079】本実施例の特徴は、ローカルノードの送信部に波長可変フィルタを必要としないので、ローカルノード構成が単純化され、また、回線上の波長多重信号の中から未使用を知らせる信号を検出するのに、波長可変フィルタの波長を走査する必要がなく、送信波長を未使用を知らせる信号の波長に同調するまでの時間が短縮される。一方、制御回路(VI)には、ローパスフィルタやビート信号検出等の機能が必要になる。

【0080】[第5の実施例] 上記第1～第4の実施例では、回線監視ノードが未使用を知らせる信号の送信を停止した後、回線上の未使用波長を検出し、波長可変レーザの発振波長を未使用波長に同調し、次の未使用を知らせる信号を送信するように動作する。

【0081】したがって、回線監視ノードが回線上の未使用波長を検出している間および、波長可変レーザの発振波長を未使用波長に同調している間は、回線上

に未使用波長が存在しても、未使用を知らせる信号は存在しないので、送信を希望するノードがあっても、アクセスできない時間が存在する。

【0082】本実施例では、回線監視ノードが未使用を知らせる信号を送信している間に、次の未使用波長の検索／検出を行うこと、更に、別の波長可変光源を次の未使用波長に同調することにより、回線上に未使用を知らせる信号が存在しない時間を短縮し、送信を希望するノードの待ち時間を短かくすることを目的とする。

【0083】本実施例の構成では、波長多重通信ネットワーク上に設置された回線監視ノードが複数の回線監視機能を有しており、第1の回線監視機能によりネットワークで使用されている波長を監視し、未使用の波長を検出するとその波長で未使用をしらせる信号を送信すると共に、第2の回線監視機能により、他の未使用波長の検索／検出を行う。そして回線監視ノードでは、未使用を知らせる信号と同一波長で送信した信号以外の信号を検出すると前記未使用を知らせる信号の送信を終了し、第2の回線監視機能で検出した未使用波長で未使用を知らせる信号を送信すると共に、第1の回線監視機能は他の未使用波長の検索／検出を行う。

【0084】送信を希望するローカルノードは、前記回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号を受信したら、同一波長で通信開設を要求する信号を送信し、前記未使用を知らせる信号が受信できなくなるか、又は衝突／混信が解消された後に情報の送信を開始する。

【0085】受信中でないローカルノードの受信部は、前記未使用を知らせる信号の波長を検出／監視し、衝突／混信が解消された後、送信ノードから送信される信号が所望の信号であれば受信し、所望の信号でなければ、新たに回線監視ノードから送信される未使用を知らせる信号の波長を検出／監視する。

【0086】以上の波長多重ネットワーク、回線監視ノード、ローカルノードの構成／動作により、ネットワーク上に未使用を知らせる信号が存在しない時間が少なくなり、通信開設までの待ち時間が大幅に短縮される。

【0087】本実施例における構成では、上述の図2と同様である。図2における基本的な動作は上述の通りである。しかし、上記回線監視ノードの動作が異なる。以下、図7のツリー型ネットワークや図8のスター型ネットワークにおいて、波長間隔 $\delta\lambda$ で波長数nの波長多重通信が可能であり、現在 $\lambda k_1$  ( $k_1 \leq n$ ) が未使用である場合を例に説明する。

【0088】図2に示す回線監視ノードは、ネットワーク上の波長多重された信号を取り込み、分波器202により各波長成分に分離した後、受光回路列203のそれぞれの波長に対応した受光回路によって波長 $\lambda k_1$ が未使用であることが検出される。

【0089】次に、パターンジェネレータ105から未使用を知らせる信号 $S_k$ が駆動回路106を通して波長

可変レーザ107に入力され、光信号に変換されるが、この光信号の波長 $\lambda x_1$ は、ノードの初期状態によって決まるので、通常は $\lambda x_1 \neq \lambda k_1$ である。光信号は、光スイッチ108により合流器101を通して分波器202に入力されるが、 $\lambda x_1 \neq \lambda k_1$ であるので $\lambda k_1$ の受光回路の出力はゼロ状態である。

【0090】制御回路(I)104から制御信号を駆動回路106に入力して、波長可変レーザ107の発振波長を走査し、 $\lambda x_1 = \lambda k_1$ になった時( $\lambda k_1$ の受光回路の出力がゼロから有限の値に変化するので判別できる)、波長可変レーザ107の波長走査を終了し、光スイッチ108を回線側に切り替えて波長 $\lambda k_1$ で未使用を知らせる信号 $S_k$ を伝送回線に送信する。

【0091】以上で、ネットワーク上に波長 $\lambda k_1$ で未使用を知らせる信号 $S_k$ が存在するが、この状態の時に別の未使用波長 $\lambda k_2$ が発生すると、受光回路列203の波長 $\lambda k_2$ に対応している受光回路の出力がゼロとなり、波長 $\lambda k_2$ が未使用であることが検出される。

【0092】この状態のときに、現在通信を行っていないローカルノード#3が、現在受信を行っていないローカルノード#5にデータを送信する場合を例に説明する。図3を参照して、ローカルノード#3の送信部は、分岐器301、合流器304を介して回線上の全ての信号を取り込み、波長可変フィルタ(Tu-FIL)305と受光回路306により、波長 $\lambda k_1$ の未使用を知らせる信号 $S_k$ を検出し、波長可変フィルタ305の波長を $\lambda k_1$ に同調する。次に、通信機端末(不図示)から入力される送信先であるローカルノード#5のアドレス信号 $S_a$ を駆動回路308を介して波長可変レーザ309で光信号に変換するが、この光信号の波長 $\lambda y$ は、ノードの初期状態によって決まるため、通常は $\lambda y \neq \lambda k_1$ である。波長 $\lambda y$ の光信号は、光スイッチ310により合流器304を通って、前記未使用を知らせる信号 $S_k$ を含む回線上の全ての信号と合流され、波長可変フィルタ305に入力されるが、フィルタの波長は $\lambda k_1$ に同調されているため、未使用を知らせる信号 $S_k$ のみが、受光回路306に入力される。

【0093】そこで、制御回路(III)307は、駆動回路308に制御信号を送り、波長可変レーザ309の波長を走査させ、 $\lambda y = \lambda k_1$ となった時(受光回路306に未使用を知らせる信号 $S_k$ とノード#5のアドレス信号 $S_a$ が同時に入力されるため、信号が衝突め混信するので判別できる)、光スイッチ310を回線側に切り替えて、波長 $\lambda k_1$ でローカルノード#5のアドレス信号 $S_a$ を回線に送信する。

【0094】こうして、回線監視ノードの波長 $\lambda k_1$ に対応する受光回路には、自ノードが送信している回線上の未使用を知らせる信号 $S_k$ が入力されているが、ローカルノード#3がローカルノード#5のアドレス信号 $S_a$ を波長 $\lambda k_1$ で送信を開始すると、回線上で、信号 $S$

$k$  と  $S_a$  が衝突／混信を起こす。回線監視ノードは、衝突／混信（未使用を知らせる信号以外の信号が存在することにより発生）を検出すると、前記未使用を知らせる信号  $S_k$  の送信を停止し、先に検出した未使用波長  $\lambda_k$  2 で前述の手順に従って未使用を知らせる信号  $S_k$  の送信を行うので、送信を希望する例えば別のローカルノード #6 は、ローカルノード #3 で説明した送信のための作業を開始できる。

【0095】一方、現在受信を行っていない他のローカルノードは、常に待機状態を維持し、未使用を知らせる信号  $S_k$  の波長  $\lambda_k$  1 に同調／受信している状態を維持している。従って、ローカルノード #5 の受信部が受信する信号は、未使用を知らせる信号  $S_k$  → 衝突／混信 → ローカルノード #5 のアドレス信号  $S_a$  と変化し、アドレスが自ノードとなっているのでそのまま受信を継続し、ローカルノード #3 からローカルノード #5 への通信が波長  $\lambda_k$  1 で開設される。ローカルノード #5 以外で、現在受信を行っていないローカルノードも同じ動作を行うが、衝突／混信解消後の信号のアドレスが自ノードでないので、回線監視ノードが波長  $\lambda_k$  2 で送信している新たな未使用を知らせる信号  $S_k$  への同調／受信を行い、波長  $\lambda_k$  2 でローカルノード #6 から送信される信号のアドレス  $S_b$  が自ノードであれば、そのまま受信を続けることにより、ローカルノード #6 との通信が開設される。

【0096】本実施例では、回線監視ノードをツリー型ネットワークの最上位に配置することにより、回線上の最新情報が素早く入手でき、かつ、回線へ載せた情報がローカルノードに達するまでの時間が短くなるので、ネットワークの効率が一層向上される。

【0097】【第6の実施例】本実施例は、回線監視ノードの制御回路が波長可変レーザの波長制御データを有しており、未使用を知らせる信号を送信中に検出した、伝送回線上の未使用波長に波長可変レーザの波長を同調する際に、この波長制御データを利用することにより、同調に要する時間を短縮するものである。回線監視ノードが未使用を知らせる信号を送信中に、回線上の未使用波長を多重信号の中から識別する手段として、波長可変フィルタ (Tu-FIL) と受光回路の組み合せを使用する。

【0098】回線監視ノードの簡略化された構成を図9に示す。なお、図2と同一機能部には、同一番号を付し、重複する説明を省略する。図9において、伝送回線上の波長多重された全信号は分岐／合流器 201 を介して取り込まれ、2つの波長可変フィルタ 210, 211 に入力される。

【0099】まず、一方の波長可変フィルタ 210 の波長を走査し、未使用波長  $\lambda_k$  1 を検出すると、第5の実施例と同様の手順により波長可変レーザ 107 の波長を  $\lambda_k$  1 に同調して、未使用を知らせる信号  $S_k$  の送信を

開始すると共に、他方の波長可変フィルタ 211 により、回線上の未使用波長の検出を開始する。

【0100】他方の波長可変フィルタ 211 と受光回路 221 で、新たな未使用波長  $\lambda_k$  2 を検出すると、波長可変フィルタ 211 の波長  $\lambda_k$  2 に保持しておき、波長可変レーザ 107 による波長  $\lambda_k$  1 の未使用を知らせる信号の送信が終了すると、直ちに波長可変レーザ 107 の波長を  $\lambda_k$  2 に同調して、未使用を知らせる信号  $S_k$  の送信を開始すると共に、一方の波長可変フィルタ 210 により回線上の未使用波長の検出を開始するものである。

【0101】こうして、回線監視ノードで、未使用の波長  $\lambda_k$  1 の送信を終了するや否や次の未使用の波長  $\lambda_k$  2 を送信することができるので、未使用検索の時間を極力短縮することができる。

【0102】【第7の実施例】本実施例は、波長可変レーザを次の未使用波長に同調するために必要な情報を未使用を知らせる信号を送信中に、信号の間隙時間を使って収集することにより、未使用を知らせる信号の送信停止後、波長可変レーザの波長を次の未使用波長への同調時間と短縮するものである。

【0103】本実施例は、回線監視ノードが2台の波長可変レーザ (Tu-LD) 107, 407 を保有するものであり、簡略構成を図10に示す。なお、図2と同一機能部には、同一番号を付し、重複する説明を省略する。

【0104】図10において、一方の波長可変レーザ 107 が未使用波長  $\lambda_k$  1 で未使用を知らせる信号  $S_k$  を送信中に、次の未使用波長  $\lambda_k$  2 を検出し、更に未使用を知らせる信号  $S_k$  の送信インターバル時間を利用して、他方の波長可変レーザ 407 の波長を走査し、波長  $\lambda_k$  2 に同調した状態で待機する。一方の波長可変レーザ 107 による波長  $\lambda_k$  1 における未使用を知らせる信号の送信が終了すると、直ちに、他方の波長可変レーザ 407 により波長  $\lambda_k$  2 で未使用を知らせる信号を送信する。

【0105】なお、上記実施例では、回線監視ノードの波長可変レーザ、駆動回路、光スイッチの構成を2組有する例を示したが、波長可変レーザの構成を複数使用し、一つの波長可変レーザが未使用を知らせる信号を送信中に、他の波長可変レーザの波長を次の未使用波長へ同調させておき、上記未使用を知らせる信号の送信停止後、直ちに次の未使用を知らせる信号を送信することで、同調に要する時間を削減できる。

【0106】第5、第6の実施例では波長可変レーザが1台なので、未使用波長  $\lambda_k$  1 で未使用を知らせる信号  $S_k$  の送信終了後に、波長可変レーザを次の未使用波長  $\lambda_k$  2 に同調するが、この同調時間の間は、回線に未使用を知らせる信号が存在しないので、各ローカルノードは待ち時間となる。しかし、本実施例では、回線に

未使用波長が存在すれば、常時未使用を知らせる信号が送信されており、波長多重回線の利用効率が大幅に向かう。

【0107】[第8の実施例] 本実施例では、上記第1乃至第7の実施例で、各ローカルノードは波長検出/受信部を2セット有する構成としていたが、更に簡単な構成で、波長検出/受信部の稼動率を高め、コストパフォーマンスを向上した機能を備えた例を示す。本実施例の目的は、ローカルノードが回線上の未使用を知らせる信号を検出し、送信波長をその未使用波長に設定するための波長検出/受信を他ノードからの情報受信のための波長検出/受信部で行うことである。

【0108】図11に本実施例によるローカルノードの簡略構成図を示す。図11において、受信部は、回線上の波長多重された全ての信号を合流器304を介して、波長可変フィルタ(Tu-FIL)305に入力し、所望の信号の波長を選択し、受光回路306によって、電気信号に変換後、制御回路(IX)311に入力される。制御回路(IX)は、ノードに接続された通信機端末(不図示)と信号の交換を行う。通信機端末(不図示)からのデータ信号は、制御回路(IX)311を介して駆動回路308を通じて波長可変レーザ(Tu-LD)309によって光信号に変換されるが、その波長は、制御回路(IX)311によって決定される。

【0109】光信号は、光スイッチ310により回線に投入されるか、又は合流器304、波長可変フィルタ(Tu-FIL)305、受光回路306を介して制御回路(IX)311に入力される。

【0110】次に本発明の詳細な動作について、図7のネットワークで、波長間隔 $\delta\lambda$ で波長数nの波長多重通信が可能であり現在 $\lambda_k$ ( $k \leq n$ )が未使用である場合を例に説明する。回線監視ノードは、図2に示す光スイッチ108を回線側に切り替えて未使用の波長 $\lambda_k$ で未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を回線に送信する。こうして、ネットワーク上に波長 $\lambda_k$ で未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>が存在する状態となる。

【0111】次に、現在通信を行っていないローカルノード#3が、現在受信を行っていないローカルノード#5にデータを送信する場合を例に説明する。

【0112】ローカルノード#3の受信部は、合流器304を介して回線上の全ての信号を取り込み、波長可変フィルタ(Tu-FIL)305と受光回路306により、波長 $\lambda_k$ の未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を検出し、波長可変フィルタ305の波長を $\lambda_k$ に同調する。次に、制御回路(IX)311によって、通信機端末(不図示)から入力される送信先であるローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>を駆動回路308を介して、波長可変レーザ309で光信号に変換するが、この光信号の波長 $\lambda_y$ は、ノードの初期状態によって決まるため、通常は $\lambda_y \neq \lambda_k$ である。

【0113】波長 $\lambda_y$ の光信号は、光スイッチ310により合流器304を通じて、前記未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>を含む回線上の全ての信号と合流され、波長可変フィルタ305に入力されるが、フィルタの波長は $\lambda_k$ に同調されているため、未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>のみが、受光回路306に入力される。

【0114】そこで、制御回路(IX)311は、駆動回路308に制御信号を送り、波長可変レーザ309の波長を走査させ、 $\lambda_y = \lambda_k$ となった時(受光回路306)に未使用を知らせる信号S<sub>k</sub>とローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>が同時に入力されるため、信号が衝突/混信するので判別できる)、光スイッチ311を回線側に切り替えて、波長 $\lambda_k$ でローカルノード#5のアドレス信号S<sub>a</sub>を伝送回線に送信する。

【0115】一方、ローカルノード#3の受信部では、伝送回線中に自局宛のアドレス信号を受信して、情報を入手する。この状態は上述の待機状態と同様である。また、他局同士の通信によって、回線監視ノードが送信している新たな未使用を知らせる信号へと変更があった場合には、同様に同調/受信の待機状態を行う。

【0116】本実施例のローカルノードの構成により、受信中に、(1)送信を開始したり、(2)未使用波長を知らせる信号の受信はできなくなる、が、送信中に受信することは可能であり、比較的のアクセス頻度の少ないノードには効果が大きい。

【0117】[第9の実施例] 本実施例においては、構成が簡易かつ廉価な回線監視ノードが設置されることにより、制御回線を必要とせず、通信開設までの時間が短縮され、ローカルノード間の送信波長のバラツキ低減による波長多重数の増大、小規模ネットワークにも適した波長多重ネットワークにおいて、他ノードに接続された端末が有する情報を入手するのに適した通信方式を提供する。

【0118】本実施例では、波長多重通信ネットワーク上に回線監視ノードを設置し、この回線監視ノードは、前記ネットワークで使用されている波長を監視し、未使用の波長を検出するとその波長で未使用を知らせる信号を送信し、同一波長において送信した信号以外の信号を検出すると前記未使用を知らせる信号の送信を終了し、回線上の他の未使用波長の検出を行う。他ノードに接続された端末が有する情報の受信を希望するノードは、前記回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号を受信し、同一波長で情報の送信を要求する信号を送信し、前記未使用を知らせる信号との衝突が解消された後、再び衝突を検出すると前記情報の送信を要求する信号の送信を停止し、他ノードから送信される情報の受信を行う。また、受信中でない各ローカルノードは、前記未使用を知らせる信号の波長を検出/監視しており、一回目の衝突が解消された後、信号が自ノードへ送信を要求する信号であれば、同一波長で送信開始の信号を送信した

40

40

50

後、要求された情報を送信する。一回目の衝突が解消された後に受信される信号が、自ノード宛の信号でなければ、回線監視ノードから新たに送信される未使用を知らせる信号を検出／監視する。

【0119】具体的な実施例としては、以下の通りである。上述の図7、図8のネットワークシステム図と、図1の回線監視ノードのブロック図と図3のローカルノードのブロック図とを参照して説明する。なお、各ブロックの構成は上述の説明と重複するため省略する。

【0120】本実施例の動作について、説明する。図7のネットワークは、波長間隔 $\delta\lambda$ で波長数n波長多重通信が可能であり現在 $\lambda_k$  ( $k \leq n$ ) が未使用である場合を例とし、回線監視ノードから未使用を知らせる信号 $S_k$ を波長 $\lambda_k$ で伝送路に出力されているものとする。この場合、回線監視ノードの波長可変フィルタ102と波長可変レーザ107は波長 $\lambda_k$ に設定してある。

【0121】次に、現在送受信を行っていないローカルノード#3が、同じく現在送受信を行っていないローカルノード#5に接続された端末が所有するデータを入手する場合を例に説明する。

【0122】ローカルノード#3の送信部は、分岐器301、合流器304を介して回線上の全ての信号を取り込み、波長可変フィルタ(Tu-FIL)305と受光回路306により、波長 $\lambda_k$ の未使用を知らせる信号 $S_k$ を検出し、波長可変フィルタ305の波長を $\lambda_k$ に同調する。次に、通信機端末(不示図)からローカルノード#5のアドレスおよび入手を希望するデータに関する情報を含む送信信号 $S_c$ を駆動回路308を介して波長可変レーザ309で光信号に変換するが、この光信号の波長 $\lambda_z$ は、ノードの初期状態によって決まるため、通常は $\lambda_z \neq \lambda_k$ である。

【0123】ローカルノード#3では、波長 $\lambda_z$ の光信号は、光スイッチ310により合流器304を通って、前記未使用を知らせる信号 $S_k$ を含む回線上の全ての信号と合流され、波長可変フィルタ305に入力されるが、フィルタの波長は $\lambda_k$ に同調されているため、未使用を知らせる信号 $S_k$ のみが、受光回路306に入力される。

【0124】そこで、制御回路(III)307は、駆動回路308に制御信号を送り、波長可変レーザ309の波長を走査させ、 $\lambda_y = \lambda_k$ になった時(受光回路306に未使用を知らせる信号 $S_k$ とローカルノード#5への送信信号 $S_c$ が同時に入力されるため、信号が衝突するので判別可能)、光スイッチ310を回線側に切り替えて、波長 $\lambda_k$ でローカルノード#5への送信信号 $S_c$ を回線に送信する。

【0125】回線監視ノードでは、波長可変フィルタ102の波長は、 $\lambda_k$ に設定されているので、回線上の信号の中から自ノードが送信している未使用を知らせる信号 $S_k$ を受信しているが、ローカルノード#3がローカ

ルノード#5への送信信号 $S_c$ を波長 $\lambda_k$ で送信を開始すると、伝送回線上で、信号 $S_k$ と $S_c$ が衝突を起こす。回線監視ノードは、衝突(未使用を知らせる信号以外の信号が存在することにより発生)を検出すると、前記未使用を知らせる信号 $S_k$ の波長 $\lambda_k$ での送信を停止し、回線上の他の未使用波長の検索を開始する。したがって、伝送回線上的波長 $\lambda_k$ の信号はローカルノード#3からローカルノード#5への送信信号のみとなる。

【0126】一方、現在受信を行っていないローカルノードは、常に待機状態を維持している。この待機状態とは、一般にローカルノードが、分岐器301(図3に示す)を介して伝送回線上的信号を受信部の波長可変フィルタ302に入力し、伝送回線上的信号中から回線監視ノードが送信している未使用を知らせる信号 $S_k$ の波長 $\lambda_k$ に同調／受信している状態である。

【0127】従って、ローカルノード#5の受信部の波長可変フィルタ302の波長は、 $\lambda_k$ に同調されており、未使用を知らせる信号 $S_k$ を受信している状態にある。ローカルノード#3が、ローカルノード#5への送信信号 $S_c$ の送信を開始すると、波長 $\lambda_k$ の信号は衝突するが、回線監視ノードが未使用を知らせる信号 $S_k$ の波長 $\lambda_k$ の送信を停止するので、ローカルノード#5への送信信号 $S_c$ が残る。従って、ローカルノード#5の受信部が受信する信号は、未使用を知らせる信号 $S_k$ →衝突→ローカルノード#5への送信信号 $S_c$ と変化し、送信信号 $S_c$ のアドレス信号が自ノードとなっているので送信部の波長可変レーザ(309)の波長を $\lambda_k$ に同調し(波長 $\lambda_k$ への同調は、前記ローカルノード#3が送信部の波長可変レーザの波長を、回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号の波長 $\lambda_k$ への同調操作と同じであるため記述は省略する。)、波長 $\lambda_k$ でローカルノード#3へ送信開始信号を送信した後、要求されたデータの送信を開始する。

【0128】ローカルノード#5が波長 $\lambda_k$ でメッセージを送信すると、一時的に波長 $\lambda_k$ の信号は衝突するが、ローカルノード#3の受信部は波長 $\lambda_k$ を受信しており、この衝突を検知すると、波長 $\lambda_k$ での送信を停止することにより衝突を解消し、ローカルノード#5が送信する波長 $\lambda_k$ の送信信号のデータを受信する。

【0129】以上の操作により、ローカルノード#3に接続されている端末が、ローカルノード#5に接続された端末が所有するデータを入手できる。

【0130】一方、ローカルノード#3がローカルノード#5への送信信号 $S_c$ の衝突を一定時間検出できない場合(ローカルノード#5が、他端末との通信などにより要求されたデータの送信ができない状況)は、送信信号 $S_c$ の送信を停止して波長 $\lambda_k$ を未使用状態とし、別の機会に再度同じ手順を踏むことになる。

【0131】ローカルノード#5以外で、現在受信を行っていないローカルノードも同じ動作を行うが、回線監

視ノードの送信停止による衝突解消後の信号のアドレスが自ノードでないので、受信波長を  $\lambda_k$  から次に回線監視ノードが送信する新たな未使用を知らせる信号の波長への同調／受信を行い、次の待機状態となる。

【0132】上記では、回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号  $S_k$  にアクセスするローカルノードは唯一であったが、同時に複数のローカルノードがアクセスした場合は、回線監視ノードが信号  $S_k$  の送信を停止しても衝突が解消されない状態が継続することになる。この場合は、電気系のネットワークであるイーサネット等で使用されているように、波長  $\lambda_k$  にアクセスしている全ローカルノードは、一旦アクセスを中止し、各ローカルノードがそれぞれ乱数を発生し、その乱数にもとづく時間を持機した後、波長  $\lambda_k$  に信号が存在しなければ、送信を開始する。

【0133】波長  $\lambda_k$  に信号が既に存在している場合は、そのローカルノードは回線監視ノードが送信している若しくはこれから送信する未使用を知らせる信号  $S_k$  にアクセスする。

【0134】再度波長  $\lambda_k$  にアクセスできるのは、上記未使用を知らせる信号  $S_k$  にアクセスしたローカルノードに限定され、衝突処理ルーチンにおいては新たなローカルノードの参入がないので、回線が混雑していても、衝突回数の増大による伝送性能の低下は生じない。

【0135】本実施例では、図7に示す回線監視ノードをツリー型ネットワークの最上位に配置することにより、回線上の最新情報が素早く入手でき、かつ、伝送回線へ載せた情報がローカルノードに達するまでの時間が短くなるので、ネットワークの効率が一層向上される。

【0136】なお、本実施例に限らず、第3者のローカルノードから情報送信を依頼される場合の対応構成として、(1) 波長多重信号の中から特定波長を選択する手段として波長可変フィルタ (T u - F I L) と受光回路の組み合せではなく、分波器と受光回路列を使用するもの、(2) 上述の図5を用いて説明したように、予め波長可変レーザ (T u - L D) の波長制御データを制御回路で保有しておき、この制御データを基に駆動回路を制御し、波長可変レーザから所望の波長の光を得る構成、

(3) 上述の図6を用いて説明したように、ローカルノードの送信部において、波長可変レーザの波長を回線監視ノードが送信している未使用を知らせる信号の波長に同調する手段として、合流器と受光回路により未使用を知らせる信号と波長可変レーザの信号の間で発生する両信号の波長差に相当するビート信号を利用する構成を採用してもよい。

【0137】以上の波長多重ネットワーク、回線監視ノード、ローカルノードの構成／動作により、ネットワークに接続された端末が所有する情報を任意のローカルノードに接続された端末が容易に入手可能となる。

【0138】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば波長多重通信ネットワークにおいて、(1) 波長多重通信ネットワークにおいて、波長の割り当てを行なう制御ノードの代わりに、機能が単純で、構成が簡易かつ安価な回線監視ノードを設置することにより、大規模なネットワークだけでなく、小規模なネットワークにも適し、ローカルノードの増設も容易に行なうことが可能になった、(2) 通信開設の手順が簡単で、しかも、各ローカルノードが次に使用される波長を知ることができるので、ローカルノードが通信開設を要求してから、実際に信号を送信するまでの時間が短縮される、(3) 通信開設に際し、制御回線による情報の交換を必要としないので、同一ネットワーク上で制御ノードによる波長割り当て方式と制御及び制御回線に負担をかけずに共存可能である、(4) 各ローカルノードが送信に使用する波長を回線監視ノードが送信する未使用を知らせる信号の波長に同調させることにより、ノード間の波長のバラツキが低減され、波長多重数を増大できる、等の大幅な改善がもたらされる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による回線監視ノードの概略構成図である。

【図2】本発明の一実施例による回線監視ノードの概略構成図である。

【図3】本発明の一実施例によるローカルノードの概略構成図である。

【図4】本発明の一実施例によるローカルノードの概略構成図である。

【図5】本発明の一実施例による回線監視ノードの概略構成図である。

【図6】本発明の一実施例によるローカルノードの概略構成図である。

【図7】本発明を適用したツリー型波長多重通信ネットワークの概略図である。

【図8】本発明を適用したスター型波長多重通信ネットワークの概略図である。

【図9】本発明の一実施例による回線監視ノードの概略構成図である。

【図10】本発明の一実施例による回線監視ノードの概略構成図である。

【図11】本発明の一実施例によるローカルノードの概略構成図である。

【図12】従来例のノード機能ブロック図である。

【図13】従来例のリング型ネットワーク構成図である。

【符号の説明】

101, 304 合流器

102, 302, 305 波長可変フィルタ

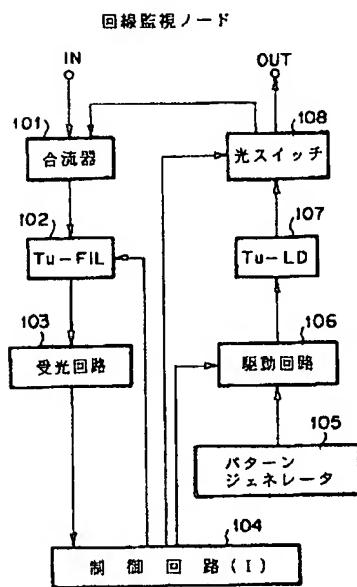
103, 303, 306 受光回路

50 104, 204, 307, 407, 504 制御回路

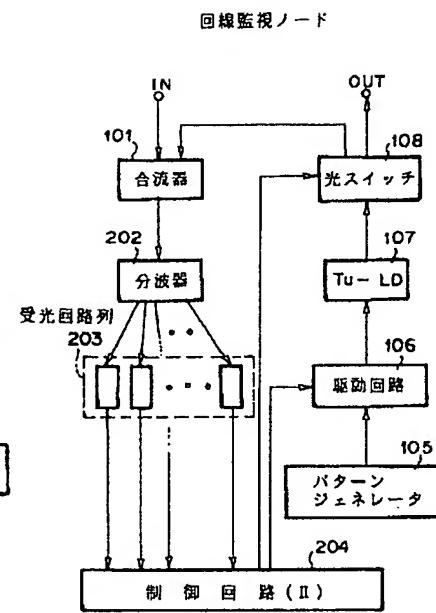
105 パターンジェネレータ  
106, 308 駆動回路  
107, 309 波長可変レーザ

108, 310, 508 光スイッチ  
202, 405 分波器  
203, 406 受光回路列

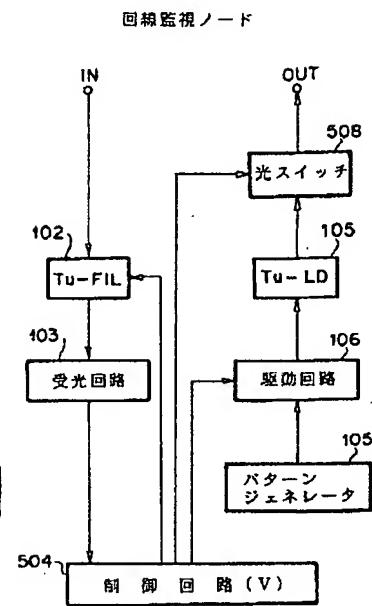
【図1】



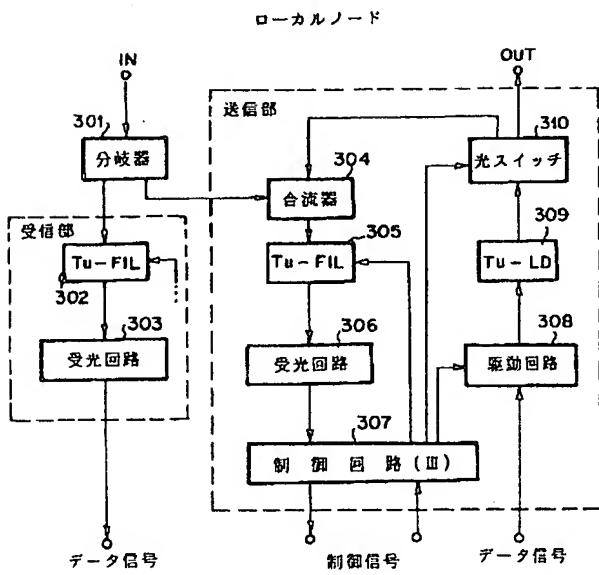
【図2】



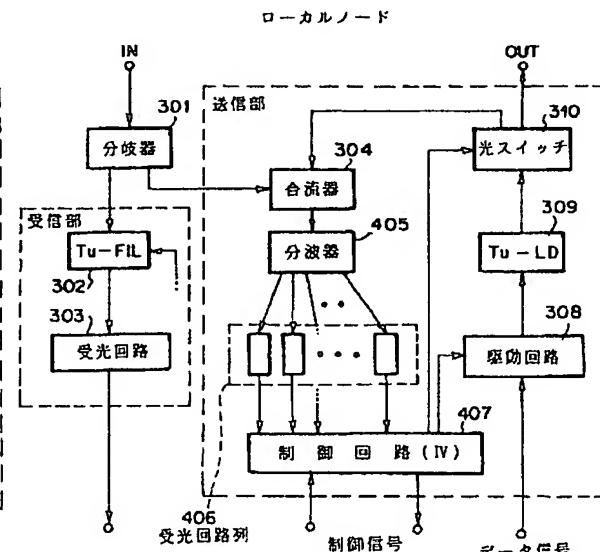
【図5】



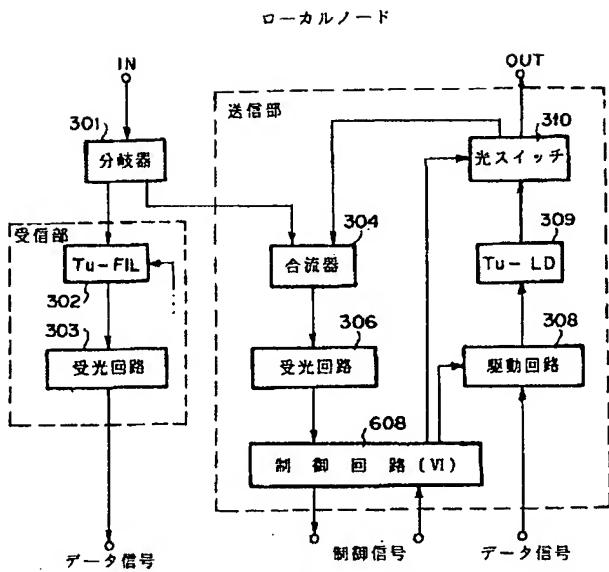
【図3】



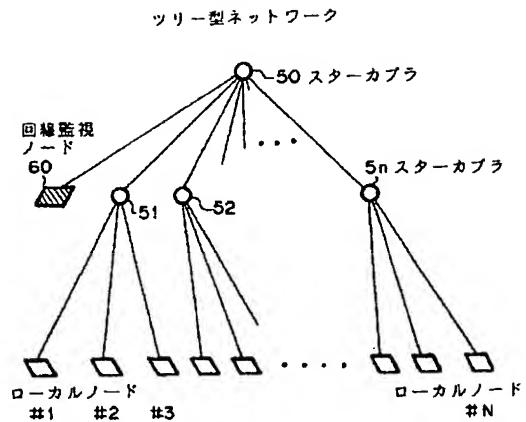
【図4】



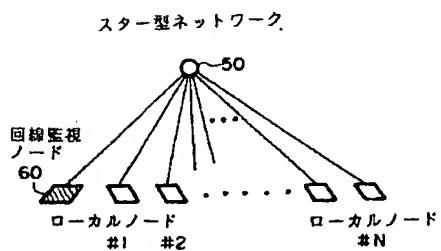
【図6】



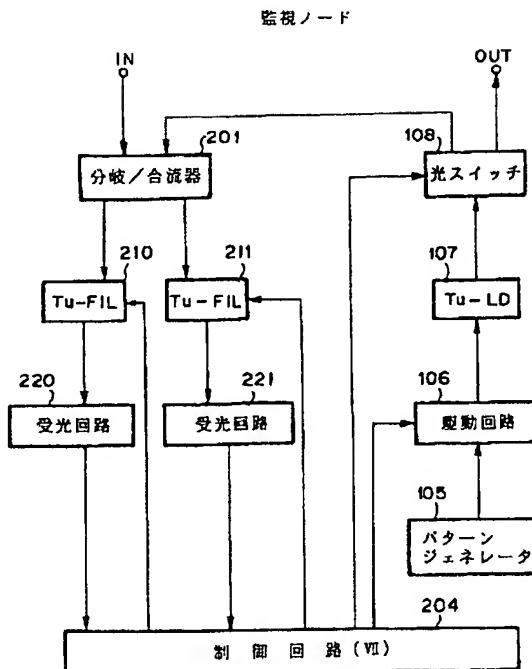
【図7】



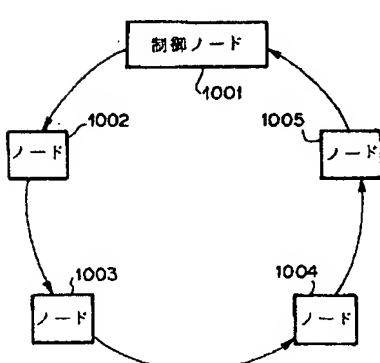
【図8】



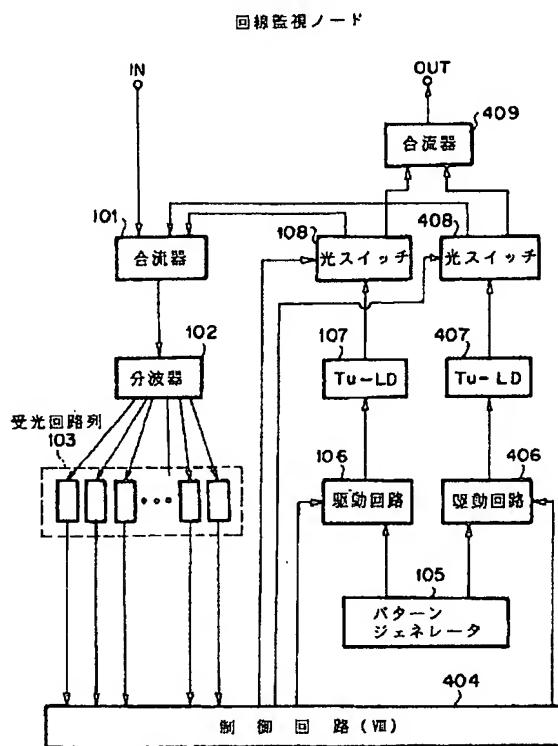
【図9】



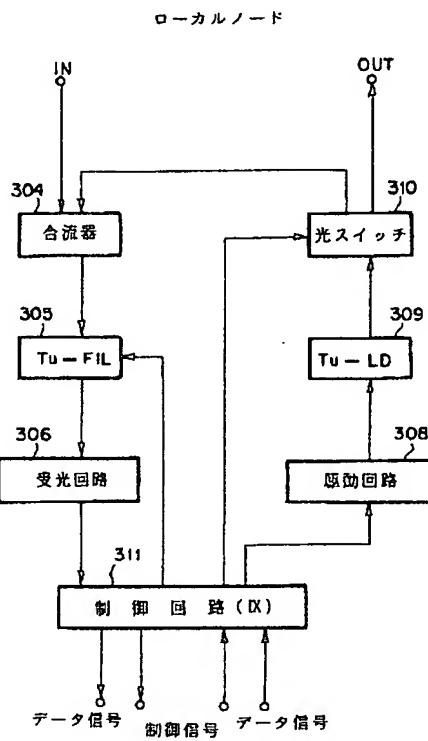
【図13】



【図10】



【図11】



【図12】

